

Az NPK- és Ca-trágyázás hatása szolonyeces réti talajon telepített gyepon

BÁNSZKI TAMÁS

Agrártudományi Egyetem, Debrecen

A nagyadagú NPK-műtrágyázás növeli a gyepek termését, de a nem karbonátos talajokat elsavanyítja és Ca, Mg, Na elemekben elszegényíti (BÁNSZKI, 1971, 1988; CZUBA, 1982). A mésztelen talajú gyepek meszezéssel való javítását már 1929-től intenzíven kutatták (GRATZI, 1966; LATKOVICSNÉ, 1966; PRETTENHOFFER, 1975), s e kutatások eredményei alapján inkább a kisebb adagú meszezést, illetve a mész-trágyázást javasolták. A Ca-trágyázás savanyú talajú gyepeken eredményezhet termésnövekedést, javítja a talaj pH-ját, s kedvezően hathat a műtrágyák érvényesülésére (BASKAY TÓTH, 1962; HOVDE, 1974). A mésztrágyázás javította a N-trágyák hatékonyságát és a gyepek Ca-tartalmát (GORLACH et al., 1985; HAPKINA & MEEROVSKIJ, 1980; SZABÓ, 1977). Ugyanakkor több kísérletben a mésztrágyázásnak nem volt pozitív hatása a gyepek termésére (BAADSCHAUG, 1983; ELSÄSSER & KUNZ, 1988; HOVDE, 1974; SAMOILA & NIEDERMAIER, 1973). Hollandiában a gyepeken a nagyadagú NPK-műtrágyázás (300-45-100 kg/ha) mellett rendszeresen alkalmaznak 120 kg Ca/ha mésztrágyát is (ORAVECZ, 1981).

Anyag és módszer

1984 és 1986 között vizsgáltuk a N-, P-, K- és Ca-trágyák hatását 1978-ban telepített gyepon, a Hidasháti Állami Gazdaság vizesfási területében. A kísérlet kezeléseit az 1. táblázat közli.

A N-trágyát 34 %-os ammónium-nitrát, a P-trágyát 18 %-os szemcsés szuperfoszfát és a K-műtrágyát 60 %-os KCl formájában alkalmaztuk. A N-trágyát három egyenlő részletben, az 1-3. növedékek fejlődése előtt, a P- és K-trágyát egy adagban, ősszel szórtuk ki. A mésztrágyázásra a 96 % CaCO_3 -tartalmú felnémeti mészkőport használtuk, amelyet a kísérlet kezdetén, 1983 őszén, három évre szólóan, egy adagban adtunk.

A kísérlet beállítása előtt a szolonyeces réti talaj 0-20 cm-es talajrétegből vett átlagminta főbb vizsgálati adatai a következők: pH (KCl): 6,0; K_A -érték: 63; összes só: 0,03 %; humusztartalom: 5,0 %; $\text{NO}_3 + \text{NO}_2$ -tartalom: 3,0 ppm; AL-oldható

1. táblázat
A kísérlet kezelései

(1) A kezelés száma	N, kg/ha	P ₂ O ₅ , kg/ha	K ₂ O, kg/ha	CaCO ₃ , kg/ha
1.	-	-	-	-
2.	150	-	-	-
3.	300	-	-	-
4.	-	50	-	-
5.	-	-	100	-
6.	-	50	100	-
7.	150	50	100	-
8.	300	50	100	-
9.	450	50	100	-
10.	300	-	100	-
11.	300	75	100	-
12.	300	100	100	-
13.	300	50	-	-
14.	300	50	200	-
15.	300	50	300	-
16.	150	50	100	a) 2000 3 évre
17.	300	50	100	a) 2000 3 évre
18.	450	50	100	a) 2000 3 évre

P₂O₅-: 282 ppm; K₂O-: 348 ppm; Mg-: 515 ppm; Na-: 80 ppm; Zn-: 3,7 ppm; Cu-: 12,6 ppm és Mn-tartalom: 53 ppm. Az adatok szerint a talaj humusztartalma magas, foszfor-, kálium- és magnézium-ellátottsága igen jó.

A gyepterő növénytakarájának összetétele a kísérlet kezdetén: füvek 78 %; pillangósok 5 %; gyomnövények 11 %; borítatlan terület 6 %. A füvek közül a *Poa pratensis* 48 %, a *Dactylis glomerata* 16 %, a *Phleum pratense* 10 % és a *Festuca pratensis* 4 % részarányban borította a gyepet, míg a pillangósok közül a *Trifolium repens* 4 % és a *Lotus corniculatus* 1 % arányú volt.

A kísérlet éveinek (1984-1986) fontosabb időjárási adatai a következők voltak: a csapadék évi mennyisége 485, 580 és 482 mm volt, az 50 éves átlag 572 mm. Az évi középhőmérséklet 9,9, 9,2 és 10,4 °C. 1986 aszályos év volt.

A kísérletet véletlen blokk-elrendezéssel, 4 ismétlésben, 10 m²-es nettó parcellákon, évi 3 kaszálásos rendszerben (május végi, július közepi és szeptember eleji kaszálások) állítottuk be.

A termés zöld tömegét kaszáláskor mértük. A szárazanyag-termést a minták beszárlása alapján számítottuk ki. A növények botanikai felvételezését a Klapp-féle

módszerrel végeztük és borítási %-ban fejeztük ki. A beltartalmi vizsgálatokhoz kezelésenként 1 kg-os átlagmintát szedtünk az ismétlésekből minden évben minden növedékből. A gyp elemtartalmát súlyozott átlagban, a száraz anyag %-ában fejeztük ki. Kiszámítottuk a kezelések tápelemhozamát ha-ra vetítve és a különbség módszerével az abszolút kontrollhoz viszonyítva a többlettápelem-mennyiségeit, s ezekből az N-, P- és K-műtrágyák hasznosulását. A talajmintákat a talaj 0-20 cm-es rétegéből vettük, minden évben októberben, a tenyészidőszak befejezése után, még az őszi alaptrágyázás előtt.

A kísérleti eredményeket statisztikai módszerekkel, variancia-, egy- és több-tényezős regresszió-analízissel értékeltük.

2. táblázat
A gyp zöld termésének mennyisége (kg/10 m²) a
kísérlet éveiben
(Vizesfás, 1984-1986)

(1) Kezelés száma	1984.	1985.	1986.	(2) Átlag	(3) Különb- ség*	(4) Relatív %
1.	13,5	12,6	8,6	11,6	-	100
2.	29,3	32,0	19,7	27,0	15,44	233
3.	36,6	51,0	32,9	40,2	28,64	347
4.	13,1	13,9	7,6	11,5	-0,03	100
5.	13,0	11,7	7,3	10,7	-0,91	92
6.	12,9	12,1	8,2	11,1	-0,47	96
7.	29,6	30,1	18,7	26,1	14,56	226
8.	39,7	49,5	30,7	39,9	28,39	345
9.	47,1	65,8	38,9	50,6	39,15	437
10.	42,4	53,3	31,9	42,6	30,99	368
11.	37,3	52,4	31,3	40,3	28,77	348
12.	38,1	51,9	31,6	40,5	28,94	350
13.	34,0	48,7	30,2	37,6	26,05	325
14.	42,4	48,6	30,7	40,6	29,03	351
15.	43,7	49,5	31,5	41,6	30,01	359
16.	29,9	29,5	21,6	27,0	15,45	233
17.	39,4	50,1	33,3	40,9	29,37	354
18.	42,6	67,0	41,2	50,3	38,72	434
a)SzD _{5%}	4,8	6,1	3,1	7,5		65

* Különbség: a kísérleti évek átlaga és a kontroll különbsége

A kísérleti eredmények és értékelésük

Terméseredmények

A gyepek zöld termése (2. táblázat) 3 év átlagában 11,6 és 50,6 kg / 10 m² közötti volt. A kontrollhoz viszonyítva a trágyázások hatására 92 - 437 %-ra változott a különböző kezelésű parcellák zöld termése. A kísérlet 3. évének tenyészidőszaka aszályos volt, ezért 1986-ban alacsonyabbak voltak a termések.

A szárazanyag-termésben (3. táblázat) az 1984 és 1986 évek átlagában a trágyázott kezelések a kontrollhoz viszonyítva 93-340 % termésméltérést mutattak, azaz a zöld terméshez viszonyítva kisebb a termésváltozás aránya a gyeppnövények eltérő víztartalma miatt.

3. táblázat

A gyepek szárazanyag-termésének mennyisége (kg/10 m²)
a kísérlet éveiben
(Vizesfás, 1984-1986)

(1) Kezelés száma	1984.	1985.	1986.	(2) Átlag	(3) Különb- ség	(4) Relatív %
1.	4,4	5,2	3,3	4,3	-	100
2.	8,5	10,8	6,5	8,6	4,29	199
3.	9,8	16,2	10,0	11,9	7,67	278
4.	4,3	5,7	3,0	4,3	-	100
5.	4,2	4,9	2,9	4,0	-0,32	93
6.	4,6	5,0	3,2	4,3	-0,05	99
7.	8,5	10,2	6,3	8,3	4,03	193
8.	10,8	15,7	9,4	11,9	7,70	278
9.	12,9	19,8	11,3	14,7	10,35	340
10.	11,6	16,8	9,8	12,7	8,43	295
11.	10,1	16,6	9,6	12,1	7,82	281
12.	10,4	16,4	9,7	12,2	7,86	282
13.	9,1	15,5	9,3	11,3	6,98	262
14.	11,7	15,5	9,5	12,2	7,89	283
15.	12,1	15,8	9,7	12,5	8,21	290
16.	8,7	9,9	7,1	8,6	4,30	199
17.	10,9	15,9	10,2	12,3	8,0	285
18.	11,4	20,0	11,9	14,5	10,14	335
a)SzD _{5%}	1,4	1,9	1,0	2,3		54

Részletesebben elemezve, megállapítható, hogy az egyoldalúan alkalmazott P-, K- és PK- (4-6.) kezelések a kontroll körüli, illetve alatti termést adtak, míg az önmagában adott 150 és 300 kg N/ha adagok (2-3. kezelés) 199-278 %-ra növelték a termést. A növekvő N-adagok (7-9. kezelések, N-hatás) PK alapon 193-340 %-ra emelték a gyeptermetet. Az egyoldalú N-adagok hatásához képest - két szinten is - az NPK-trágyázás lényegében nem befolyásolta a N-hatást. A növekvő N-adagok hatása minden esetben szignifikáns volt a kontrollhoz és egymáshoz viszonyítva is. Az NK-trágyázás mellett a növekvő P-adagok (10-12. kezelés) nem hatottak a termésre, míg az NP mellett alkalmazott növekvő K-adagok (13-15. kezelés) kismértékben ugyan, de nem szignifikánsan növelték a szárazanyag-termést. Az NPK-kezelésekkel együtt felhasznált CaCO_3 (16-18. kezelés) sem adott számottevő termésváltozást az azonos NPK-adagokhoz képest.

A növekvő adagú N-, P- és K-, illetve NPK + Ca-trágyáknak a termés mennyiségére gyakorolt hatását részleteiben, külön is parabolikus regresszióval értékeltük. Egyenleteik:

N-hatás (PK mellett)	$y_1 = -0,64 + 5,23x - 0,35x^2$	R = 100
P-hatás (NK mellett)	$y_2 = 13,7 - 1,16x + 0,20x^2$	R = 84
K-hatás (NP mellett)	$y_3 = 10,6 + 0,85x - 0,09x^2$	R = 98
N+Ca-hatás (PK mellett)	$y_4 = -1,40 + 6,17x - 0,55x^2$	R = 99

A többváltozós regresszió egyenlete a szárazanyag-termésre:

$$y = 4,49 + 0,0241N - 0,00231P + 0,00277K - 0,00047Ca \quad R = 98,2 \%$$

Az összefüggés-vizsgálat szerint a kísérlet átlagában a totális regresszió alapján relatíve a N-műtrágya 99,7 %, a K-műtrágya 0,28 % arányban határozta meg a termést, míg a Ca-trágya hatása 0,01 % és a P-trágya 0,001 % hatású volt (7. táblázat).

Összefoglalóan az állapítható meg, hogy az igen jó P- és K-ellátottságú talajon telepített gyeptermet szárazanyagtermését a P-, K- és Ca-trágyák nem növelték, a N-műtrágya viszont jó hatékonyságú volt. Ezért csak a N-adagok hatékonyságát számoltuk ki, az 1 kg N-re eső terméstöbblet 22,7-28,5 kg között változott. A nagyobb terméstöbbletet a kisebb N-adagoknál kaptuk.

A gyeptermet növényállományának változása

A gyeptermet asszociációjában a trágyázás, elsősorban a N-műtrágya növelte a fűek és a gyomok arányát, valamint mérsékelte a borítatlan területet (4. táblázat). A többváltozós regresszió-analízisek egyenleteit, valamint a trágyák befolyásoló hatásának relatív százalékeit (a többszörös determinációs koefficiensek alapján számítva) a 7. táblázat részletezi.

A N-trágyák alkalmazásával a fűek aránya a kontroll 75 %-áról 78-83 % közöttre emelkedett, kivéve a 450 kg N/ha adagot és a Ca-trágyázott kezeléseket, mert ezek hatására a gyomosodás mértéke magasabb lett, a kontroll 12 %-ával

4. táblázat
A gyeprővényállomány szerkezete és a fontosabb fűfajok aránya az 1. növedékben
(Vizesfás, 1984-1986)

(1) Kezelés száma	(2) A gyepr szerkezete			(3) A fontosabb fűfajok				
	(3) Fű	(4) Pillan- gósok	(5) Gyom	(6) Hlány	Poa pratensis	Dactylis glomerata	Phleum pratense	Festuca pratensis
1.	75	5	12	8	49	11	9	6
2.	81	-	13	6	44	12	16	9
3.	78	-	18	4	37	12	19	10
4.	76	8	10	6	53	9	7	7
5.	72	8	11	9	53	9	5	5
6.	76	6	10	8	52	10	7	7
7.	83	1	12	4	47	12	14	10
8.	80	-	16	4	42	13	16	9
9.	75	-	20	5	33	12	21	9
10.	81	-	14	5	37	15	20	9
11.	77	-	17	6	40	11	16	10
12.	80	-	16	4	39	15	17	9
13.	79	-	16	5	39	12	19	9
14.	80	-	16	4	40	12	19	9
15.	79	-	17	4	39	13	19	8
16.	77	1	16	6	44	11	13	9
17.	74	-	21	5	39	13	14	8
18.	72	-	22	6	33	12	18	9
a) SzD _{5%}	6	6	6	3	6	3	9	4

szemben 20-22 %. A gyomosodást a N-trágya 86, a Ca-trágya 14 % arányban befolyásolta.

A P- és K-műtrágyák a pillangósok részarányát javították valamelyest, 5 %-ról 6-8 %-ra, míg a növekvő N-adagok teljesen kiszorították a pillangósokat a gyeptől.

A takarmányozás szempontjából fontosabb fűvek közül a *Poa pratensis* borítását döntően a N-trágya határozta meg (98 %-ban) szignifikánsan, csökkentve arányát a kontroll 49 %-áról 33-44 % közöttire, s ezen a helyzeten a N-trágyával együtt adott növekvő P-, K-adag ill. Ca-trágya sem tudott javítani. Ugyanakkor az önmagában alkalmazott P- és K-trágyák kismértékben, de nem szignifikánsan növelték a *Poa pratensis* arányát.

A *Dactylis glomerata* aránya kevésbé változott, melyet a N-trágyázás növelt, míg az önmagában használt P- és K-trágya mérsékelte.

A *Phleum pratense* arányát a gyepten a N-trágyázás lényegesen növelte, de a Ca-trágyázás ezt mérsékelte, míg az egyoldalúan alkalmazott P-, és K-trágyázás pedig a kontrollhoz képest is csökkentette.

A *Festuca pratensis* regressziója kisebb, a változások a szignifikancia határán mozognak, azonban a N-trágyának volt számottevően nagyobb a befolyásoló hatása.

A gyeptápelemtartalmának alakulása

A trágyázás hatására a gyeptápelemtartalma megváltozott (5. táblázat). A többváltozós regresszió eredményeit a 7. táblázat tartalmazza 3 év átlagára vonatkozóan.

A gyeptápelemtartalma - 1984 és 1986 évek átlagában - abszolút értékben a kontroll 1,69 %-áról 1,65-2,59 % közöttire módosult a trágyázott kezelésekben. Legjobban a N-műtrágya növelte (szignifikánsan) a N %-ot, míg a többi trágya inkább mérsékelte azt.

A gyeptápelemtartalma P-koncentrációja - a magas P-tartalmú talajon - a kezelések hatására alig változott, a kontroll 0,30 % abszolút értékéhez viszonyítva 0,29-0,34 % között mozgott. A P-trágya növelte, a kísérlet átlagában relatíve 54 %-ban határozta meg a P-tartalmat, a többi trágya mérsékelte a P %-ot.

A gyeptápelemtartalma K-tartalma a trágyázás hatására nőtt, abszolút értékben a kontroll 1,82 %-áról 1,97-2,48 % közöttire változott. Elsősorban a nagyobb K-adagok növelték a gyeptápelemtartalmát (K-trágya 68 %- arányban határozta meg); kisebb mértékben a N-trágya (közvetve, a magas K-tartalmú talaj K-készletének mobilizációjával), és a P-trágya is, a pillangós növények számának relatív növelésével.

A gyeptápelemtartalma Ca-tartalma a növekvő N-trágya adagok csökkentették, a kontroll 0,59 %-áról 0,35 %-ig abszolút értékben. A N-trágya mellett alkalmazott növekvő P- és K-mennyiségek, valamint a Ca-trágya sem tudta ellensúlyozni, csak mérsékelni a csökkenést. Az önmagában alkalmazott P- és K-trágya növelte a pillangósok arányát, s ezáltal minimálisan nőtt ezen kezelések Ca-tartalma.

5. táblázat
A kezelések hatása a gyep tápelemtartalmaira (Vízesfás, 1984-1986)

(1) Évek	(2) A kezelések száma																	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
<i>N %</i>																		
1984	1,40	2,21	2,52	1,35	1,48	1,51	2,15	2,42	2,95	2,49	2,33	2,31	2,47	2,39	2,31	2,06	2,32	2,72
1985	1,64	1,80	2,03	1,59	1,64	1,69	1,74	1,99	2,07	1,99	1,88	1,85	1,96	1,94	1,86	1,71	1,92	1,96
1986	2,01	2,22	2,42	1,92	1,99	1,90	2,16	2,39	2,76	2,39	2,30	2,31	2,33	2,23	2,18	2,12	2,29	2,69
Átl.	1,68	2,08	2,32	1,65	1,70	1,70	2,02	2,27	2,59	2,29	2,17	2,16	2,25	2,19	2,12	1,96	2,18	2,46
<i>P %</i>																		
1984	0,29	0,30	0,30	0,32	0,29	0,31	0,31	0,30	0,29	0,30	0,32	0,33	0,31	0,30	0,29	0,31	0,30	0,29
1985	0,30	0,28	0,27	0,33	0,30	0,32	0,33	0,32	0,31	0,30	0,33	0,34	0,33	0,32	0,30	0,33	0,32	0,31
1986	0,30	0,29	0,29	0,34	0,30	0,33	0,33	0,32	0,31	0,29	0,33	0,34	0,32	0,30	0,29	0,33	0,32	0,31
Átl.	0,30	0,29	0,29	0,33	0,30	0,32	0,32	0,31	0,30	0,30	0,33	0,34	0,32	0,31	0,29	0,32	0,31	0,30
<i>K %</i>																		
1984	1,50	1,70	1,90	1,50	1,90	1,80	2,30	2,20	2,10	2,20	2,10	2,10	2,00	2,30	2,40	2,20	2,20	2,10
1985	2,07	2,17	2,29	2,09	2,41	2,22	2,40	2,35	2,33	2,40	2,33	2,32	2,25	2,55	2,64	2,44	2,34	2,30
1986	1,90	2,04	1,93	1,86	2,17	2,08	2,32	2,24	2,22	2,23	2,21	2,10	2,05	2,31	2,41	2,28	2,20	2,15
Átl.	1,82	1,97	2,04	1,82	2,07	2,03	2,34	2,26	2,22	2,28	2,21	2,17	2,10	2,39	2,48	2,31	2,25	2,18
<i>Ca %</i>																		
1984	0,33	0,29	0,31	0,31	0,31	0,32	0,31	0,30	0,27	0,31	0,30	0,29	0,32	0,30	0,30	0,32	0,29	0,28
1985	0,43	0,26	0,23	0,35	0,30	0,33	0,37	0,34	0,30	0,35	0,32	0,29	0,35	0,29	0,26	0,37	0,33	0,31
1986	1,00	0,76	0,50	1,16	1,24	1,02	0,72	0,58	0,48	0,64	0,52	0,52	0,62	0,54	0,52	0,72	0,70	0,52
Átl.	0,59	0,44	0,35	0,61	0,62	0,56	0,46	0,41	0,35	0,43	0,38	0,37	0,43	0,38	0,36	0,47	0,44	0,37
<i>Mg %</i>																		
1984	0,18	0,23	0,24	0,17	0,18	0,19	0,23	0,22	0,21	0,24	0,22	0,22	0,23	0,21	0,21	0,22	0,21	0,20
1985	0,19	0,20	0,20	0,18	0,17	0,16	0,22	0,20	0,17	0,22	0,17	0,17	0,21	0,19	0,18	0,20	0,18	0,17
1986	0,22	0,23	0,23	0,20	0,20	0,20	0,20	0,19	0,18	0,21	0,19	0,18	0,20	0,19	0,19	0,20	0,19	0,18
Átl.	0,20	0,22	0,22	0,18	0,18	0,18	0,22	0,20	0,19	0,22	0,19	0,19	0,21	0,20	0,19	0,21	0,19	0,18

6. táblázat
A kezelések hatása a talaj pH értékére és tápanyag-ellátottságára (Vizesfás, 1984-1986)

(1) Évek	(2) A kezelések száma																	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
pH (KCl)																		
1984	5,68	5,37	5,19	5,60	5,48	5,50	5,38	5,30	5,23	5,49	5,27	5,19	5,10	5,24	5,15	5,50	5,39	5,27
1985	5,66	5,16	4,98	5,46	5,40	5,41	5,15	5,10	5,05	5,13	5,08	5,06	5,02	5,08	5,06	5,41	5,26	5,17
1986	5,58	4,95	4,83	5,08	5,20	5,18	5,00	4,89	4,76	5,02	4,73	4,63	4,72	4,69	4,68	5,21	5,09	4,94
Átlag	5,64	5,16	5,00	5,38	5,36	5,36	5,18	5,10	5,01	5,21	5,03	4,96	4,95	5,00	4,96	5,37	5,25	5,13
NO₃+NO₂, ppm																		
1984	3,0	5,8	10,5	1,3	1,7	1,7	5,7	12,6	17,9	11,3	15,6	13,7	9,5	14,1	16,8	3,5	7,8	18,9
1985	1,8	4,7	9,6	0,9	1,7	0,9	4,1	9,7	26,1	8,8	14,4	16,5	13,4	10,9	15,0	3,9	9,2	25,7
1986	3,4	11,9	42,7	2,4	2,4	4,3	8,0	43,2	60,7	39,3	40,5	41,0	45,9	44,2	37,2	7,6	43,5	45,2
Átlag	2,7	7,5	20,9	1,5	1,9	2,3	5,9	21,8	34,9	19,8	23,5	23,7	22,9	23,1	23,0	5,0	20,2	29,9
P₂O₅, ppm																		
1984	306	292	286	324	296	320	325	314	311	279	333	378	327	313	310	321	305	308
1985	313	290	278	356	301	341	345	326	324	264	361	399	338	316	313	341	317	313
1986	309	280	273	383	302	362	369	349	344	247	392	417	351	329	317	366	345	321
Átlag	309	287	279	354	300	341	346	330	326	263	362	398	339	319	313	343	322	314
K₂O, ppm																		
1984	361	297	274	332	471	444	421	409	406	407	409	416	257	513	522	412	404	402
1985	357	274	260	334	509	454	413	396	373	385	399	390	235	461	478	403	375	358
1986	370	250	244	353	575	484	406	356	329	350	369	359	212	414	433	353	320	291
Átlag	363	274	259	339	518	461	413	387	369	381	392	388	235	463	478	389	366	350

A magas Mg-tartalmú talajon a trágyakezelések a kontrollhoz képest a gyepterület Mg-tartalmát kismértékben változtatták meg, a N-trágya adagok növelték, míg a P-, K-, ill. Ca-trágyák mérsékeltek a Mg-tartalmat.

A K : (Ca + Mg) arány ekvivalens értéke a kísérletben kedvezően alakult a gyepterület jó Mg-tartalma miatt, amely a talaj magas Mg-ellátottságából eredt. Az ekvivalens érték a kontrollnál 1,01, és a 15. kezelés esetén a legnagyobb (1,88), így sehol sem érte el a kritikus 2,2-es határt.

A trágyázás hatása a talaj pH-jára és tápanyag-ellátottságára

A kezelések hatására - 1984 és 1986 évek átlagában - a talaj pH-ja a kontrollterület 5,64 értékéről 4,96-ig csökkent (6. táblázat). A legkisebb pH-értéket (4,63) a 12. kezelés esetén mérték a harmadik évben. A 12. kezelésben a N-trágya relatíve 75,9 %, a P-trágya 3,1 %, ill. a K-trágya 0,6 % arányban csökkentette a pH-t, míg a Ca-trágya csökkenést mérséklő hatása 20,5 % a többváltozós regresszió-analízis szerint (7. táblázat).

A talaj $\text{NO}_3 + \text{NO}_2$ -N-tartalmát 98%-ban az alkalmazott N-trágya határozta meg. 1986-ban, a kísérlet 3., befejező évében a tenyészidőszakban aszály volt, ezért a 3. évi mérési adatok a legmagasabbak.

A gyepterület P-tartalmát a P-trágya növelte (a regresszió szerint relatíve 94,7 %-ban), míg a többi trágya, elsősorban az egyoldalú N-trágyázás csökkentette, mivel a nagyobb termésekkel több P-tápanyagot vont ki a talajból. A három év átlagában a kontroll 309 ppm értékéhez viszonyítva a kezelések hatására a talaj P-ellátottsága 279-398 ppm közöttire változott.

A talaj felvehető K-tartalma 3 év méréseinek átlaga alapján a kontroll 363 ppm értékéhez képest a kezelések hatására 259-518 ppm közöttire módosult. Legjobban az önmagában alkalmazott K-trágya növelte a talaj K-tartalmát. Vizsgálataink szerint a K-trágya relatíve 84,6 %, a P-trágya 7,8 % arányban növelte, míg a N- és Ca-trágya csökkentette, illetve mérsékelte a talaj K-tartalmát, melyet a többlettermés kivonásával magyarázhatunk.

A gyepterület tápelemhozama és a műtrágyák hasznosulása

Amíg a kezelések - 3 év átlagában - a kontrollhoz viszonyítva (100 %) 93-340 % között változtatták a szárazanyagtermés mennyiségét, addig a ha-ra számított N-hozam 94-523 %, a P-hozam 93-340 % és a K-hozam 100-414 % között változott (8. táblázat).

Az abszolút kontrollhoz viszonyított és a különbség módszerrel mért N-hasznosulása 71-61 % közötti volt (a kisebb N-adagoknál és önmagában alkalmazva nagyobb); a P-adagok hasznosulása 63-142 % között változott (a kisebb P-adagoknál nagyobb, önmagában 3-6 %); a K-adagok hasznosulása 93-298 % közötti volt (a kisebb K-adagoknál és a nagyobb N-adagok mellett nagyobb, önmagában használva 5-10 %). A P- és K-hasznosulás nagy értékei a termésnövekedéssel

7. táblázat
A többváltozós regresszió-analízis eredményei (Vízsfás, 1984-1986)

(1) Függő változók	(2) A többváltozós regresszió egyenletei és korrelációi					(5) A többszörös determinációs koefficiens alapján a független változók relatív arányai %-ban (kerekítve)						
	y = a	± x ₁	± x ₂	± x ₃	± x ₄	R =						
							(4)					
							Mésztrágya					
N		(3) Műtrágyák P ₂ O ₅		K ₂ O		CaCO ₃		x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	
a) Termés, száraz anyag kg/10 m ²												
y = 4,49 +0,024 -0,0023 +0,0028 -0,0005 98 100 0 0 0 0												
b) Elemtartalom												
N % y = 1,73 +0,002 -0,0012 -0,0004 -0,00002 98 86 11 2 1												
P % y = 0,31 -0,00005 +0,0005 -0,0006 -0,000001 79 24 54 20 2												
K % y = 1,93 +0,00035 +0,00007 +0,0017 +0,00002 81 7 23 68 2												
Ca % y = 0,58 -0,00056 -0,00007 -0,00009 +0,00002 87 68 24 8 0												
Mg % y = 0,20 +0,00004 -0,00017 -0,00045 -0,000003 21 50 36 8 6												
c) Talaj pH és NPK-tápanyag-ellátottság (ppm)												
pH (KCl) y = 5,44 -0,001 -0,0014 -0,0001 +0,0001 81 76 3 1 20												
NO ₃ +												
NO ₂ y = -0,26 +0,072 +0,0214 +0,0016 -0,0020 96 98 0 0 2												
P ₂ O ₅ y = 301 -0,0621 +1,23 -0,0918 -0,0040 90 0 95 4 1												
K ₂ O y = 360 -0,267 +0,006 +0,887 -0,0004 80 7 8 85 0												
d) Növények												
Poa prat. y = 50,7 -0,0435 +0,0270 +0,0033 -0,0004 97 98 2 0 1												
Dact.glom. y = 10,2 +0,0075 -0,0025 +0,0019 -0,0003 45 95 0 2 3												
Phl. prat. y = 8,8 +0,0331 -0,0235 +0,0010 -0,0013 88 93 2 0 5												
Fest.prat. y = 6,9 +0,0068 +0,0094 -0,0044 -0,0020 55 87 2 9 2												
e) Pillan- gósok y = 5,3 -0,0170 +0,0034 -0,0001 -0,0001 72 100 0 0 0												
f) Gyomok y = 10,6 +0,0200 +0,0041 -0,0008 +0,0017 92 86 0 0 14												
g) Hiány- terület y = 7,4 -0,0069 -0,0097 -0,0010 +0,0005 54 85 5 0 10												

8. táblázat
A trágyázás hatása a gyepek N, P és K-hozamára és a trágyadagok hasznosulására
(Vizesfás, 1984-1986. évek átlaga)

(1) Ke- zelés száma	N			P			K		
	kg/ha	(2) Diff.	%	kg/ha	(2) Diff.	%	kg/ha	(2) Diff.	(3) H.%
1.	72,6	-	100	12,9	-	100	78,6	-	100
2.	179,1	106,5	247	24,9	12,0	193	169,6	91,0	216
3.	278,2	205,6	383	34,8	21,8	268	244,6	165,9	311
4.	71,3	-1,3	98	14,3	1,3	110	78,6	-	100
5.	68,0	-4,6	94	12,0	-0,9	93	82,8	4,2	105
6.	72,6	0,01	100	13,6	0,7	105	86,7	8,1	110
7.	168,7	96,1	232	26,7	13,8	206	195,4	116,8	249
8.	272,2	199,6	375	37,2	24,2	287	270,9	192,3	345
9.	379,9	307,4	523	44,0	31,0	340	326,7	247,0	414
10.	291,9	219,4	402	38,2	25,3	295	290,7	212,1	370
11.	263,4	190,9	363	40,1	27,1	309	268,3	189,7	341
12.	263,1	190,5	362	41,4	28,4	320	264,3	185,7	336
13.	254,2	181,7	350	36,2	23,2	279	237,3	158,7	302
14.	267,4	194,8	368	37,8	24,9	292	291,8	213,2	371
15.	265,6	193,1	366	36,3	23,4	280	310,7	232,1	395
16.	169,6	95,9	232	27,5	14,6	212	198,7	120,0	253
17.	268,6	196,0	370	38,2	25,2	295	277,2	198,6	353
18.	355,7	283,1	490	43,4	30,4	336	315,2	236,6	401

H.%: Hasznosulási % (különbbség módszerrel - az abszolút kontrollhoz viszonyítva)

összefüggően - elsősorban a N-kezelések hatására - a talaj magas P- és K-tápanyag-ellátottságából adódnak.

A CaCO_3 -trágyázás 8-21 % Ca-hozamtöbbletet biztosított ha-onként, a 7-9. és a 16-18. kezelések összevetése alapján.

Összefoglalás

1984 és 1986 között N- (0, 150, 300, 450 kg /ha), P_2O_5 - (0, 50, 75, 100 kg/ha), K_2O - (0,100, 200, 300 kg/ha) műtrágyák és 2000 kg CaCO_3 /ha mésztrágya hatását vizsgáltuk telepített, réti perjés vezérnövényű gyeptípuson, Vizesfáson. A műtrágyákat évente alkalmaztuk, a mésztrágyát 3 évre számítva előre adtuk ki. A kísérlet talaj: szolonyeces réti talaj igen jó humusztartalommal, foszfor-, kálium- és magnézium-ellátottsággal.

A három év átlagában az önmagában alkalmazott 50 kg P_2O_5 /ha (4. kezelés), a 100 kg K_2O /ha (5. kezelés) és a kettő együtt (6. kezelés) a kontroll termését nem növelte; az egyoldalúan használt 150 kg és 300 kg N/ha adagok (2. és 3. kezelés) 199-278 %-ra emelték a gyeperősszáranyagtermését.

A növekvő 150-300-450 kg N/ha adagok - PK alaptrágyázás mellett - (7-9. kezelések) 193-340 % között növelték a termést. A növekvő P-adagok - NK trágyázás mellett - (11-12. kezelés) inkább mérsékeltek a termésmenökedést (295-281 %). A növekvő K-adagok - NP-trágyázás mellett - (14-15. kezelés) kismértékben növelték a termést a kontrollhoz viszonyítva. Az NPK-trágyázás mellett alkalmazott CaCO_3 -trágyázás - az azonos mennyiségű NPK-trágyázáshoz viszonyítva - +6, +7 és -5 % terméseltérést okozott.

A kísérlet átlagában a többváltozós regresszió egyenlete:

$$y = 4,49 + 0,0241N - 0,00231P + 0,00277K - 0,00047Ca \quad R = 98.$$

A totális regresszió szerint relatíve 99,7 %-ban a N-trágya, 0,28 % arányban a K-műtrágya határozta meg a termést pozitíven, a P- és Ca-trágya minimálisan csökkentette a termést.

A kezelések hatására a gyeperősszárállományának szerkezete és a fontosabb növényfajok aránya megváltozott. A N-trágyázás hatására nőtt a füvek aránya: 75 %-ról 83 %-ig, de egyidejűleg 5 %-ról 0 %-ra visszaszorították a pillangósok részesedését. Ugyanakkor a legnagyobb adagú N-trágya és a Ca-trágya hatására 12 %-ról 20-22 %-ra nőtt a gyomnövények borítása. A N-trágyázás növelte a *Dactylis glomerata* és a *Phleum pratense* arányát, de mérsékelte a *Poa pratensis* részesedését.

A kezelések a gyeperősszáranyag-tartalmát módosították: a kontrollhoz viszonyítva relatíve a N-tartalom 98-154 % között, a P % 97-113 % között, a K-koncentráció 100-136 % és a Mg % 90-110 % között változott, míg a Ca-tartalom 75-59 %-ra mérséklődött.

A talaj pH (KCl) értéke a 3. évre a 12. kezelés esetén a kontroll 5,58 értékéről 4,63 -ra csökkent. Az alkalmazott P- és K-műtrágyák mennyiségétől és az NPK kezelés-kombinációktól függően a talaj P- és K-tápanyag-ellátottságában csökkenések ill. növekedések figyelhetők meg.

A kezelések hatására a hektárra számított N- és K-tápelemhozamok nagyobb arányban emelkedtek, mint a szárazanyagtermés-hozamok. A CaCO_3 -trágyázás a termést ugyan nem emelte, de a Ca-tartalomban - a N-trágyázás hatására bekövetkező fajlagos elemtartalom csökkenése ellenére is - 8-21 %-os többletet biztosított NPK-trágyázás mellett.

A N-trágya hasznosulása 71-61 % közötti, a P-adagoké 63-142 %, a K-adagoké 93-298 % közötti volt. A nagyobb P- és K-hasznosulások a talaj magas P- és K-tartalomának felhasználásával vannak összefüggésben.

Irodalom

- BAADSHAUG, O. H., 1983. Gjødsling og kalking av udyrke fjellbeite. Fors. fors. Landbr. Oslo. **34**. (5) 243-250.
- BASKAY TÓTH B., 1962. Legelő- és rétművelés. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- BÁNSZKI T., 1971. A gyepek termésnövelésének lehetőségei műtrágyázással Hajdú-Bihar megyében. Kandidátusi disszertáció. Debrecen.
- BÁNSZKI T., 1988. Tápanyag-gazdálkodás. In: Gyepnövénytermesztés-gyeptakarmány-hasznosítás. (Szerk.: NAGY Z. & VARGYAS Cs.). 287-332. Gyep- és Takarmánygazdálkodási Fejlesztő Gazdasági Társaság. Szombathely.
- CZUBA, R., 1982. Zmiany niektórych właściwości gleby lakowej po 8-letnim stosowaniu uzrastających dawek azotu i potasu. II. Wapno, magnez, sod i siarka. Roczn. Nauk Roln. Ser. A. Prod. Rosl. Warszawa. **105**. (3) 95-101.
- ELSÄSSER, M. & KUNZ, H. G., 1988. Effects of different fertilization on permanent grassland comparing conventional and organic farming. European Grassland Federation. Proc. 12th General meeting. Dublin. **7**. 4-7.
- GORLACH, E., CURYLO, T. & GRZYBNOWICZ, I., 1985. Zmiany składu mineralnego runi lakowej w warunkach wieloletniego zrownicowanego nawożenia mineralnego. Roczn. Gleborn. Warszawa. **36**. (2) 85-100.
- GRATZL D., 1966. Korszerű gyepkultúra kialakítása szikeseiken. MTA Agrártud. Oszt. Közlem. **25**. 193-199.
- HAPKINA, Z. A. & MEEROVSKIJ, A. SZ., 1980. Mineralnűj szosztav mnogoletnűh trav i vinosz elementov mineralnaga pitaniya sz urazsaem na izvesztkovannűh torfjano - bolotnűh pocsvah. Pocsvovedenie Agrohimi. (Minszk) **16**. 142-151.
- HOVDE, A., 1974. Ulike grassarter ned og utan Kalking. Fors. fors. Landbr. Oslo. **25**. (5) 353-365.
- LATKOVICS GY-NÉ, 1966. Kalcium- és nitrogéntartalmú javítóanyagok kisadagú alkalmazása öntözött szikes ősgyepeken. Agrokémia és Talajtan. **15**. 51-60.
- ORAVECZ S., 1981. Gyepgazdálkodás Hollandiában. Magyar Mezőgazdaság. **36**. évf. 47. 13.
- PRETTENHOFFER I., 1975. A tiszántúli mésztelen szikes gyepek feltörés nélküli javítása. Gyepgazdálkodás. **1**. 28-45.

SAMOILA, Z. & NIEDERMAIER, K., 1973. Eficiente aplicarii diferite a ingrasimantelor si a amendamentului calcie, pe deferite tipuri de pajiszi din R. S. Romania. *Probl. Agric.* 25. (10) 21-31.

SZABÓ J., 1977. Gyepgazdálkodás. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.

Érkezett: 1992. június 12.

Effect of NPK and Ca Fertilisation on Grass Grown on a Solonetz Meadow Soil

T. BÁNSZKI

University of Agricultural Sciences, Debrecen, Hungary

Summary

Between 1984 and 1986 the effect of N (0, 150, 300, 450 kg/ha), P_2O_5 (0, 50, 75, 100 kg/ha) and K_2O (0, 100, 200, 300 kg/ha) fertilisers and of liming with 2000 kg/ha $CaCO_3$ was studied on a planted grassland in Vizesfás with Kentucky bluegrass as the dominant species. The fertilisers were applied each year, while the lime was supplied to cover a three-year period. The soil in the experiment was a solonetz meadow soil very well supplied with humus, phosphorus, potassium and magnesium.

Over the average of 3 years the yield was not increased compared to the control by 50 kg P_2O_5 /ha or 100 kg K_2O /ha applied alone, or by the two together; N rates of 150 and 300 kg/ha applied alone led to a 199-278 % rise in the dry matter yield of the grassland.

Rising (150-300-450 kg/ha) rates of N, distributed with basic PK fertilisation, resulted in yield increases of 193-340 %. Rising P rates, combined with NK fertilisation, served to moderate the yield increase (295-281 %). Rising K rates, in combination with NP fertilisation, caused a slight increase in yield compared with the control (262-290 %). $CaCO_3$ application combined with NPK led to yield deviations of +6, +7 and -5 % compared to the same quantities of NPK fertilisation.

When averaged over the experiment, the multivariable regression equation was:

$$y = 4.49 + 0.0241N - 0.00231P + 0.00277K - 0.00047Ca \quad R=98$$

According to the total regression, the yield was positively determined to an extent of 99.7 % by N fertiliser and 0.28 % by K fertiliser, while P and Ca caused a very slight reduction in yield.

As the result of the treatments, changes were observed in the structure of the grassland plant stand and in the ratio of major plant species.

The treatments led to alterations in the nutrient contents of the grass: compared to the control the N content ranged from 98-154 %, the P content from 97-113 %, the K concentration from 100-136 % and the Mg content from 90-110 %, while the Ca content dropped to 75-59 %.

The pH (KCl) value of the soil dropped by the third year from 5.58 in the control to 4.63 in the NPK 300-100-100 kg/ha treatment.

As the result of the treatments the N and K nutrient yields per hectare rose to a larger extent than the dry matter yield. Although CaCO_3 application did not increase the yield, it resulted in an 8-21 % Ca surplus in the plants when combined with NPK fertilisation, despite the specific reduction in element content induced by N fertilisation.

The relative utilisation values were 71-61 % for N fertiliser, 63-142 % for P fertiliser and 93-298 % for K fertiliser. The higher utilisations of P and K originate from the high P and K reserves of the soil.

Table 1. Treatments used in the experiment. (1) Treatment No. a) 2000 kg CaCO_3 /ha to cover 3 years.

Table 2. Green yield of the grassland (kg/10 m²) during the experimental years (Vizesfás, 1984-1986). (1) Treatment No. a) $\text{LSD}_{5\%}$. (2) Mean. (3) Difference. (4) Relative %.

Table 3. Dry matter yield of the grassland (kg/10 m²) during the experimental years (Vizesfás, 1984-1986). (1) Treatment No. a) $\text{LSD}_{5\%}$. (2) Difference. (3) Relative %.

Table 4. Structure of the grass stand and ratio of major grass species in the first growth (Vizesfás, 1984-1986). (1) Treatment No. a) $\text{LSD}_{5\%}$. (2) Grass stand structure. (3) Grass. (4) Papilionaceae. (5) Weeds. (6) Bare patches. (7) Major grass species.

Table 5. Effect of the treatments on the nutrient content of the grass (Vizesfás, 1984-1986). (1) Years. a) Mean. (2) Treatment No. (3) $\text{LSD}_{5\%}$.

Table 6. Effect of the treatments on the pH and nutrient status of the soil (Vizesfás, 1984-1986). (1)-(3): see Table 5.

Table 7. Results of multivariable regression analysis (Vizesfás, 1984-1986). (1) Dependent variables. a) Yield, dry matter, kg/10 m²; b) Element content; c) Soil pH and NPK nutrient status, ppm; d) Plants; e) Papilionaceae; f) Weeds; g) Bare patches. (2) Equations and correlations of the multivariable regression. (3) Fertilisers. (4) Lime. (5) Relative proportions of independent variables (as a rounded-up %) on the basis of multiple determination coefficients.

Table 8. Effect of fertilisation on the N, P and K yields of the grassland and on the utilisation of fertiliser rates. (1) Treatment No. (2) Difference. (3) H % = utilisation % (compared to the absolute control using the difference method).